

BLU-RAY

Hugo Café, n°67604
João Jardim, n°67628

Instituto Superior Técnico
Av. Rovisco Pais, 1049-001 Lisboa, Portugal
E-mail: {hugo.cafe, migueljardim}@tecnico.ulisboa.pt

RESUMO

Com o avanço tecnológico surgiu a necessidade de desenvolver um disco ótico para ser a geração sucessora da *DVD*. Assim surgiu o *Blu-ray* com grande capacidade de armazenamento e velocidade de acesso. Neste artigo é analisado inicialmente o seu desenvolvimento e a história, passando pelas suas características físicas e comparação com outras tecnologias ainda presentes no mercado, como a *DVD* e o seu competidor direto *HD-DVD*. Para além disso, serão também abordadas as técnicas de codificação, os vários *codecs* de áudio e vídeo, as suas aplicações no mercado, preços, aspetos legais, *Blu-ray* em formato 3D e as perspetivas futuras em termos de evolução desta tecnologia.

Palavras-chave— *Blu-ray*, disco ótico, codificação, mercado, futuro, *Blu-ray* 3D

1. INTRODUÇÃO

Nas últimas décadas assistiu-se a um enorme desenvolvimento tecnológico nas diversas áreas, no entanto as exigências têm crescido e vindo a acompanhar o desenvolvimento. A área dos discos e suportes óticos não é exceção e foi neste contexto que surgiu o *Blu-ray Disc*, conhecido também como *BD*.

Devido ao aparecimento de um maior número de conteúdos em alta-definição, foi necessário o desenvolvimento de suportes adequados quer ao nível de capacidade como de velocidade de acesso. Assim, através da conjugação de melhorias físicas, como a utilização de novas técnicas de gravação (laser azul-violeta), com desenvolvimentos ao nível da codificação e descodificação que surge este novo formato.

2. A EVOLUÇÃO DO *BLU-RAY*

2.1. O desenvolvimento da tecnologia

A tecnologia e o formato *Blu-ray* foram desenvolvidos pela *Blu-Ray Disc Association*, que era constituída pelos grandes produtores tecnológicos, como a Sony, a principal impulsionadora do formato, a Philips ou a Pioneer. No entanto a história começou alguns anos antes com o estudo

de um investigador japonês, Shuji Nakamura, quando apresentou um díodo de laser azul que permitiu a posterior criação dos discos de alta capacidade. A Sony continuou a desenvolver o seu trabalho e após a formação da *Blu-Ray Disc Association* e com alguns protótipos e diferentes designações, em 2002 surge o projeto *Blu-Ray Disc*, em que o nome tem origem na tecnologia utilizada na gravação (laser azul).

Em Abril de 2003 foi lançado pela Sony no Japão o primeiro leitor deste formato, com um preço de aproximadamente 3500 euros. Seguiram-se algumas dificuldades para a adoção deste formato por parte dos fornecedores de conteúdos, em especial do sector cinematográfico devido às questões de proteção da informação. As especificações físicas do disco foram terminadas em 2004.

Um grande passo para o desenvolvimento foi dado em Janeiro de 2005, pela TDK com o desenvolvimento de um novo polímetro para os discos. Foi assim possível adicionar uma nova camada protetora que de forma eficiente permitia evitar riscar os discos e assim danificá-los.

As especificações do *BD-ROM* foram finalizadas apenas no início de 2006. No dia 20 de Junho do mesmo ano é feito o lançamento oficial dos primeiros filmes neste formato, onde se incluíam títulos como *The Fifth Element*, *Hitch* (e outros da Sony) ou *The Terminator*, representado na figura 1.

Estes primeiros lançamentos utilizavam a codificação de vídeo MPEG-2, a mesma utilizada na *DVD*, sendo que passados 3

meses foram introduzidos novos formatos de compressão. Em Outubro foram lançados os discos de duas camadas, permitindo atingir uma capacidade de 50GB num único disco. [1][2][3]

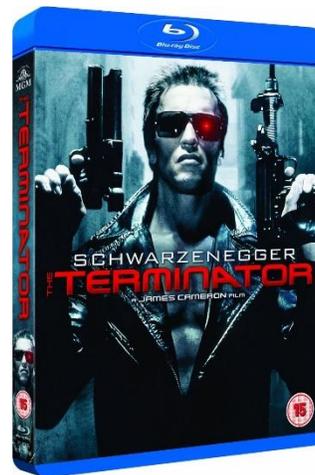


Figura 1 - Disco Blu-ray do filme *The Terminator*[4]

Em Portugal, o primeiro leitor de *Blu-ray* chegou apenas ao mercado em Novembro de 2006, através de um portátil da Sony, que incluía um leitor com compatibilidade para este formato. Este portátil tinha um preço recomendado de venda de 2999 euros, e era considerado um equipamento de topo. O seguinte dispositivo equipado com esta tecnologia a chegar ao mercado português foi a consola de videojogos da Sony, a PlayStation 3, lançada a 27 de Março de 2007. O seu preço de venda era 499 euros para a versão com menor disco rígido (20 GB). Os primeiros leitores exclusivos de *Blu-ray* foram lançados também por esta altura, sendo que os equipamentos mais baratos estavam à venda por valores entre 500 e 600 euros, dependendo do fabricante e das funcionalidades incluídas.[5][6][7]

2.2. A “guerra” dos formatos

A escolha e adoção do mercado pelo *Blu-ray* não foi um processo rápido nem consensual. Tal como em outros momentos da evolução tecnológica, o mercado dispunha de diversas alternativas, e para este caso, o grande concorrente ao *Blu-Ray* era o *HD-DVD* (*High-Definition DVD*). Esta “guerra pela sucessão” do *DVD* opunha grandes empresas, tanto grandes fabricantes de componentes eletrónicos, como numa fase posterior as produtoras de conteúdos. Na tabela 1 pode visualizar-se algumas das empresas defensoras de cada alternativa, que com o tempo aumentaram o seu número de defensores. Assinaladas com um asterisco temos as empresas que não forneciam suporte exclusivo a uma tecnologia. Os diversos estúdios e produtoras numa fase inicial forneceram suporte a ambas as tecnologias.

Blu-Ray		HD-DVD	
<i>Blu-ray Disc Foundation</i>		<i>HD DVD Promotion Group</i>	
Sony	Thomson	Toshiba	Venturer Electronics
Panasonic	Sharp	NEC	Studio Canal
Pioneer	Dell	Sanyo	Universum Films
Philips	HP*	Memory-Tech Corporation	Medusa Home Entertainment
Samsung*	Mitsubishi	Microsoft	<i>DVD International</i>
Hitachi	TDK	Intel	MK2
LG Electronics*		RCA	Opus Arte

Tabela 1 - Empresas que apoiavam os novos formatos

Durante os anos em que houve a disputa pelo mercado, ocorreram diversas tentativas de forma a conciliar ambas as soluções, mas sem sucesso. Os primeiros leitores de *HD DVD* foram lançados em Abril de 2006, e como referido na subsecção anterior, o lançamento dos primeiros filmes em *Blu-ray* aconteceu em Junho de 2006.

A definição de qual o formato a adotar como padrão ocorre essencialmente devido a dois fatores. Primeiro devido

às alianças empresariais e políticas estabelecidas com as grandes produtoras e com os grandes distribuidores, e segundo, devido à colocação de um leitor *Blu-ray* na consola de videojogos PlayStation 3.

O apoio inicial a cada formato pelas grandes produtoras é detalhado na tabela 2. Apesar de algumas mudanças entre apoios concedidos pelas produtoras, os grandes distribuidores foram outro ativo importante para a vitória do *Blu-ray*, que foi confirmada no final de 2008.

Blu-ray	HD-DVD
Columbia Pictures	Universal Studios
Walt Disney Pictures	Paramount Pictures
20th Century Fox	Warner Brothers

Tabela 2 - Apoio inicial dado a cada tecnologia por parte das grandes produtoras

Como referido anteriormente, a introdução de um leitor *Blu-ray* na Playstation 3 foi outro fator extremamente importante, pois no momento em que já tinham sido vendidas cerca de 10.5 milhões de consolas PS3, apenas tinham sido vendidos 1 milhão de leitores *HD-DVD*. Em fevereiro de 2008, “a guerra” termina com a Toshiba a anunciar que deixaria de fabricar produtos com a tecnologia *HD-DVD* e em Agosto de 2009 solicitaram adesão à *Blu-ray Disc Association*. [1][8]

3. TECNOLOGIA *BLU-RAY*

3.1. Descrição e características do disco *Blu-ray*

As principais características do *Blu-ray*, como já foi explicado anteriormente, dizem respeito à capacidade de armazenamento, onde se atinge os 25GB para um disco de camada única e os 50GB para um de camada dupla. Além disso, a velocidade de transferência chega aos 54 MB/s. Para uma melhor ideia do que representam estas capacidades, num disco de 25GB é possível gravar 6 horas de vídeo de alta definição, com uma resolução de 1080p (1920x1080 pixels) e até 60 *frames* por segundo.

O *Blu-ray* consegue esta melhoria de capacidade devido à utilização do laser azul-violeta, que funciona no comprimento de onda dos 405 nm, menor que as tecnologias anteriores (*DVD* com 650nm) e permitindo assim um melhor aproveitamento do espaço físico. Além disso, devido a uma camada protetora mais larga e um conjunto de lentes duplas, o laser posiciona-se de forma mais precisa no disco, permitindo uma gravação de informação mais eficiente. Os pontos de gravação têm uma largura de 0,15µm e estão distanciados (“*track pitch*”) 0,32 µm. Como se pode analisar pela figura 2, estes valores são muito inferiores que os do *DVD*.

Em relação à sua estrutura, apesar de ter a mesma espessura de um *CD* ou *DVD*, esta é constituída de forma diferente. Como se pode observar pela figura 3, a camada onde são gravados os dados fica por cima de uma camada de policarbonato de 1,1mm, e tem como cobertura uma fina

camada de 0.1mm, ao contrário do *DVD* que tem duas camadas de policarbonato de 0.6mm.

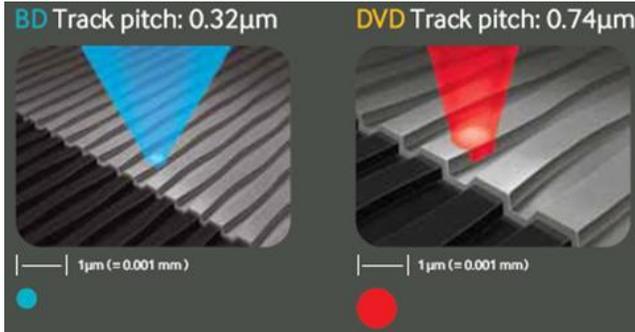


Figura 2 – Diferenças entre o *track pitch* do *Blu-ray* e do *DVD*[1]

A nível físico uma outra característica importante é a existência de uma camada de substrato (denominado Durabis e descoberto pela TDK) que permite evitar riscos e arranhões e a leitura na presença de sujidade, oferecendo assim uma melhor segurança.

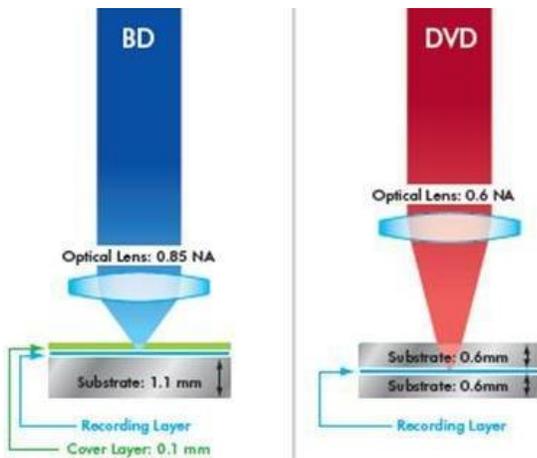


Figura 3 - Estrutura das camadas do *Blu-ray* e do *DVD*[1]

Tal como nos equipamentos de armazenamento precusores, o *BD* tem diferentes formatos de acordo com as características e utilização dos mesmos:

- *BD-ROM*, para discos que são apenas de leitura;
- *BD-R*, para discos que são graváveis;
- *BD-RE*, para discos regraváveis.

Em relação às velocidades de transferência de dados, o valor padrão para o *Blu-ray*, de acordo com as especificações é de 36Mbit/s. A velocidade de gravação varia de acordo com o gravador utilizado, em que este valor é multiplicado, sendo que atualmente no mercado os valores mais comuns são de 6x e 8x, o que corresponde a uma taxa de transferência de 216 e 288 Mbit/s respetivamente. No mercado também já é possível encontrar dispositivos com valores de 16x, atingindo assim os 576Mbit/s. Na tabela 3 estão representadas as diversas velocidades e o tempo médio necessário para a gravação de um disco *Blu-ray* completo.[3][9]

Velocidade do gravador	Taxa de transferência de dados		Tempo de gravação para disco <i>Blu-ray</i> (minutos)	
	Mbit/s	MB/s	Uma Camada	Duas Camadas
1×	36	4.5	90	180
2×	72	9	45	90
4×	144	18	23	45
6×	216	27	15	30
8×	288	36	12	23
12×	432	54	8	15
14×	504	63	6.5	13
16×	576	72	5.7	11.5

Tabela 3 - Taxa de transferência e tempo de gravação para as várias velocidades de um disco *Blu-ray* [3]

3.2. Comparação com outras tecnologias

De forma a perceber até que ponto tanto o *Blu-ray* como o *HD-DVD* constituíam uma evolução ao *DVD* e uma importante evolução tecnológica, apresenta-se na tabela 4 a comparação entre as principais características destes dispositivos.

	Capacidade de armazenamento [GB]		Comprimento de onda do raio laser [nm]	Taxa de transferência [MB/s]
	Camada única	Camada dupla		
<i>DVD</i>	4,7	8,5	650	11,1
<i>Blu-ray</i>	23,3/25/27	46,6/50/54	405	54
<i>HD-DVD</i>	15	30	400	36,55

Tabela 4 – Comparação entre as principais características do *DVD*, *Blu-ray* e *HD-DVD*

Como se pode analisar, a capacidade de armazenamento e a taxa de transferência de dados foram aspetos que sofreram uma enorme evolução. O *Blu-ray*, quando comparado com o *DVD*, introduz um aumento de cerca de cinco vezes, conseguindo cerca de 25GB de armazenamento (camada única) e uma taxa de transferência de 54 MB/s. Em relação ao *HD-DVD*, para estes mesmos parâmetros, a melhoria introduzida é de cerca de 3 vezes mais que *DVD*.

O formato utilizado no *DVD* é o MPEG-2, que se manteve tanto no *Blu-ray* como no *HD-DVD* de forma a

manter compatibilidade, mas o desenvolvimento de novas técnicas de codificação originaram novos formatos que foram introduzidos tanto no *Blu-ray* como no *HD-DVD*, que foram o VC-1 e o MPEG-4 AVC. [2][3]

4. CODIFICAÇÃO/DESCODIFICAÇÃO DE DADOS ÁUDIO E VÍDEO

4.1. Codificação do áudio

Os *codecs* de áudio mais utilizados para a codificação de *Blu-ray* são: Dolby Digital (AC-3), DTS, PCM linear, Dolby Digital Plus, DTS-HD High Resolution Áudio bem como formatos *lossless*, ou seja sem perdas, Dolby TrueHD e DTS-HD Master Audio.

A tabela seguinte mostra as especificações de cada *codec* de áudio como o débito binário, o número de canais, o número de bits por amostra e a frequência de amostragem.

Codec	Débito binário	Número de canais	Número de bits por amostra	Frequência de amostragem
LPCM	27.648 Mbit/s	8 (48 kHz, 96 kHz) 6 (192 kHz)	16,20,24	48 kHz 96 kHz 192 kHz
Dolby Digital	640 kbit/s	5.1	16,24	48 kHz
DTS	1.524 Mbit/s	5.1	16,20,24	48 kHz
Dolby Digital Plus	4.736 Mbit/s	7.1	16,24	48 kHz
DTS-HD High Resolution Audio	6 Mbit/s	7.1	24	96 kHz
Dolby TrueHD	18.64 Mbit/s	8 (48 kHz, 96 kHz) 6 (192 kHz)	16,24	48 kHz 96 kHz 192 kHz
DTS-HD Master Audio	24.5 Mbit/s	8 (48 kHz, 96 kHz) 6 (192 kHz)	16,24	48 kHz 96 kHz 192 kHz
LPCM	27.648 Mbit/s	8 (48 kHz, 96 kHz) 6 (192 kHz)	16,20,24	48 kHz 96 kHz 192 kHz

Tabela 5 - Características dos *codecs* de áudio

A razão para existirem várias versões de um mesmo *codec* de áudio é dar ao utilizador várias escolhas para a sua necessidade, como compressão e qualidade. A tabela seguinte representa alguns dados estatísticos da utilização dos *codecs* de áudio.

Como se verifica na tabela 6, os *codecs* mais utilizados são *lossless* uma vez que os discos *Blu-ray* têm capacidades elevadas e o áudio não é significativo quando comparado com o vídeo.[12]

Codec	Percentagem de utilização do codec
LPCM	9.2%
Dolby Digital	11.0%
DTS	1.2%
Dolby Digital Plus	1.1%
DTS-HD High Resolution Audio	1.1%
Dolby TrueHD	15.9%
DTS-HD Master Audio	60.5%

Tabela 6 - Percentagem de utilização dos *codecs* de áudio

4.2. Codificação de vídeo

No início de vida do *Blu-ray*, por volta de 2006, o *codec* de vídeo utilizado foi o MPEG-2. Este *codec* tem seguimento do seu antecessor MPEG-1. De forma a se conseguir colocar todo o conteúdo num único disco, uma vez que no formato MPEG-2 limita o conteúdo de alta definição a 2 horas, foram introduzidos novos formatos como VC-1 e MPEG-4 /AVC ou H.264. Estes formatos tipicamente alcançam um tempo de execução de vídeo de duas vezes maior, com qualidade comparável.

VC-1 é um *codec* especializado pela Society of Motion Picture and Television Engineers (SMPTE) e implementado pela Microsoft. Este *codec* foi projetado para alcançar um gama ampla de resolução de débitos binários, por exemplo, é capaz de codificar resoluções de 2048 x 1536 pixéis para cinema digital e máximo débito binário de 135 Mbps como para resoluções de 160 x 120 pixéis a 10 kbps.

Este *codec* tem algumas inovações em relação a outros anteriores tais como: transformação adaptativa do tamanho do bloco, compensação de movimento, filtragem de *loops*, código entrelaçado, o uso de imagens do tipo B para fazer predição bidirecional, compensação de desvanecimento, quantização diferencial e é adaptável a perfis e níveis.

O MPEG-4/AVC ou H.264 é um *codec* introduzido em 2003 pela cooperação entre a Moving Picture Experts Group (MPEG) e a ITU-T. Esta cooperação é também conhecida por *Joint Video Team* (JVT).

As principais ferramentas do MPEG-4/AVC são: na redundância temporal a utilização de tamanhos de blocos variáveis para compensação de movimento e a utilização de imagens do tipo B generalizadas; na redundância espacial a utilização de predição de imagens do tipo intra (real), transformada 4 x 4 e a utilização de filtros para melhorar a fronteira entre blocos; a utilização de quantização para eliminar relevância e uma maior eficiência no codificador entrópico.

Na figura 4 está representada a arquitetura do codificador de vídeo MPEG-4/AVC. Quando o codificador recebe a imagem, é o bloco *coder control* que realiza uma avaliação completa do que irá ser realizado, daí ser o bloco mais complexo e importante. As entradas do codificador entrópico são a imagem anterior que melhor se adapta à atual e os dados do vetor de movimento para uma predição da imagem atual mais próxima da original possível.

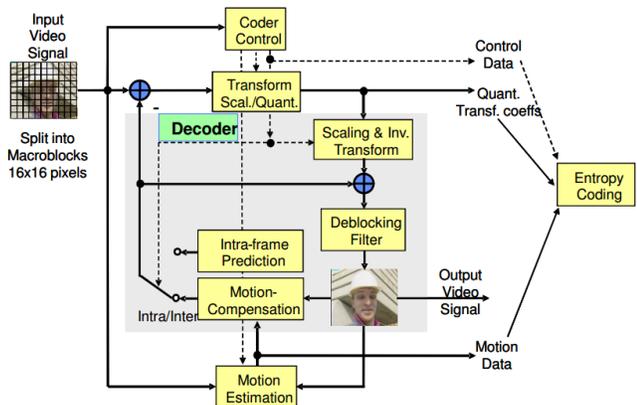


Figura 4 - Arquitetura do codificador de vídeo MPEG-4/AVC

As diferenças entre MPEG-4 AVC e VC-1 não são relevantes, o que muitas vezes se define como “empate técnico”, o que os distingue são questões de implementação, preço e políticas.

Na tabela 8 é possível observar os aspetos mais relevantes do MPEG-2, VC-1 e MPEG-4/ AVC, e ver quais são as características comuns e quais as que divergem.

Na tabela 7 está descrito em percentagem a utilização dos *codecs* de vídeo para a produção de vídeo distribuído em *Blu-ray*. Como era expectável, o MPEG-4/AVC sendo o *codec* mais recente e oferecendo vantagens económicas é claramente o mais utilizado.[10][11]

Codec	Percentagem de utilização do codec de vídeo
MPEG-4/AVC	73.9%
MPEG-2	6.4%
VC-1	19.7%

Tabela 7 - Percentagem de utilização dos codecs de vídeo

	VC-1	MPEG-4/AVC	MPEG-2
Licença	Sim		
Tamanho de partição	16 x 16 8 x 8	16 x 16 16 x 8 8 x 16 8 x 8 8 x 4 4 x 8 4 x 4	16 x 16 16 x 8 8 x 16
Transformada	8 x 8 4 x 8 8 x 4 4 x 4 DCT	4 x 4 8 x 8 DCT	8 x 8 DCT
Vetor de deslocamento	2 dimensões (x e y)		
Filtros in-loop	Sim	Sim	Não
Precisão de vetor de movimento	Pixel, 1/2 pixel, 1/4 pixel	Pixel, 1/2 pixel, 1/4 pixel	Pixel, 1/2 pixel
Codificador entrópico	VLC adaptado	CAVLC, C ABAC	VLC
Imagem do tipo B para predição de imagem	Uma referência para cada lado	Múltipla referência para cada lado	Uma referência para cada lado
Imagem do tipo P para predição de imagem	Referência única	Múltipla referência	Referência única

Tabela 8 - Relação entre MPEG-2, VC-1 e MPEG-4/AVC

5. ASPETOS LEGAIS

5.1. Patentes

Este é um tema bastante delicado devido à complexidade da questão e da competitividade das empresas. Uma simples produção de uma réplica de um disco de *Blu-ray* pode-se tornar num problema pelas patentes envolvidas no processo.

No entanto surgiu uma nova empresa, One-Blue, que foi estabelecida com o objetivo de administrar as patentes de todas as características dos discos *Blu-ray*. Esta empresa foi criada com o investimento de empresas como a Cyberlink, Hitachi, Panasonic, Philips, Samsung e Sony.

Quando a One-Blue entrou em atividade, por volta de Outubro de 2009, os grandes consumidores começaram a beneficiar de preços fixos e convenientes. Por exemplo, os direitos da One-Blue na replicação de discos é de cerca

\$0,0975 por disco. Outros preços são aplicados para outros tipos de produtos como gravadores e *software*. [16]

5.2. Proteção de dados/pirataria

Para lidar com possíveis cópias ilegais, os discos *Blu-ray* para filmes utilizam cinco meios de proteção:

- **Controlo geográfico:** um disco *Blu-ray* fabricado para uma determinada região só funcionará em aparelhos produzidos nessa região ou em dispositivos que estejam preparados para funcionar em todas as regiões. As diversas regiões estão representadas na figura 5 e são:

- Região 1 (ou A): para todo continente americano e para a Ásia Central;
- Região 2 (ou B): para a Europa, o Oriente Médio, a África e a Oceânia;
- Região 3 (ou C): para a China, a Rússia, a Ásia meridional e a Ásia insular.

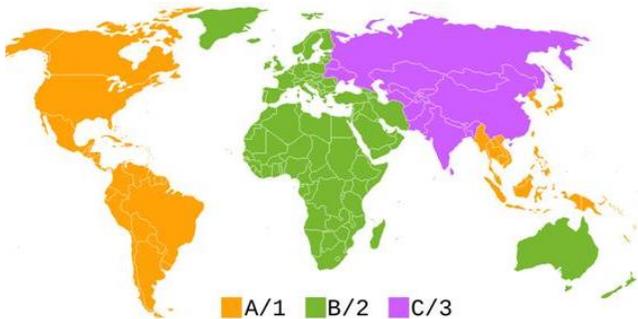


Figura 5 – Mapa de regiões para controlo geográfico

- **AACS (Advanced Access Content System):** tecnologia que “protege” o conteúdo de mídias de filmes através de criptografia para evitar cópias indevidas. A criptografia é realizada através de uma chave de descodificação que o fabricante e os mídias possuem, e só com a chave o aparelho consegue executar o conteúdo do disco. Se a chave for descoberta, a alteração para uma nova chave pode prejudicar utilizadores inocentes, assim a indústria utiliza o AACS apenas em dispositivos industriais.

- **BD+:** esta técnica é baseada num sistema chamado *Self-Protecting Digital Content*, e utiliza uma “máquina virtual” para verificar chaves criptográficas presentes em cada disco, e desta forma é possível identificar originais e cópias, uma vez que as cópias apresentaram códigos incorretos.

- **ROM Mark:** trata-se de um tipo especial de marca que deve estar presente em todos os discos *Blu-ray* originais e que deve ser reproduzido por qualquer leitor. Com é preciso um mecanismo especial para inserir a marca, a cópia do conteúdo torna-se mais difícil.

- **ICT (Image Constraint Token):** este recurso limita a resolução do vídeo *Blu-ray* em transmissões não protegidas e que, portanto, podem permitir cópias indevidas.

6. APLICAÇÃO NO MERCADO

6.1. Áudio e vídeo de alta definição

Como o disco de *Blu-Ray* tem uma grande capacidade de armazenamento de dados, que variam de 25GB a 50GB por disco, torna-se possível guardar dados de vídeos em alta definição com uma qualidade de imagem muito superior quando comparada com o *DVD*.

Evidentemente, que o processo de melhoria da qualidade da imagem depende da utilização dos *codecs* já referidos. O processo de codificação atual em alta definição permite ter 7 horas de vídeo em alta definição.

O espaço que sobra no disco permite ter conteúdos adicionais que possibilitam que o utilizador tenha uma maior interação com o filme, por exemplo a criação de botões de salto, outras ações ou conteúdos extra filme, que geralmente são codificados em MPEG-2.

6.2. Videojogos

Discos *Blu-ray* têm aplicação em plataformas de videojogos como Playstation 4 da Sony e Xbox One da Microsoft. Para além dos jogos, as consolas permitem a visualização de filmes de alta definição. A Playstation 4 permite a visualização de filmes *Blu-ray* em 3D enquanto que a Xbox One não tem essa funcionalidade.

O CEO da Sony Computer Entertainment Europe, Jim Ryan, disse que mesmo com a tendência do consumo de dados digitais pela conexão à internet, será o *Blu-ray* o principal veículo de distribuição nos grandes jogos da Playstation 4. Esta decisão da Sony está relacionada com a grande quantidade de tempo que seria necessário para descarregar um jogo de 45 GB com uma conexão de internet normal.

6.3. Armazenamento de dados

Maioritariamente, os discos *Blu-ray* são utilizados para a gravação de áudio e vídeo, ou melhor, dados de áudio e vídeo em bits. Mas alternativamente, um disco *Blu-ray* pode ser utilizado para gravar qualquer tipo de informação digital em toda a sua capacidade, quer nos discos de 25 GB quer nos discos de 50 GB.

6.4. Preços e vendas

Apesar da excelente melhoria na introdução do *Blu-ray* face ao *DVD* em relação à capacidade e à qualidade, o consumo de discos *Blu-ray* ainda está aquém do esperado. A principal razão apontada é o preço dos discos.

Um pack de 6 discos *Blu-ray* com capacidade 25 GB não regrável custa por volta de 7 euros enquanto que um disco regrável apenas custa 12 euros. Quanto aos filmes, um lançamento de filme em *Blu-ray* custa aproximadamente 20 euros e em *DVD* custa 15 euros.

O preço dos leitores *Blu-ray* variam entre 50 e 150 euros, com estes últimos já com opção de visualização do conteúdo em 3D.

Desde o seu lançamento verifica-se que as vendas de discos *Blu-ray* têm aumentado progressivamente, uma vez que a aposta em filmes, jogos e armazenamento de dados tem aumentado.

Os picos que se observam no gráfico da figura 6 estão relacionados com o lançamento de filmes muito esperados pelos consumidores, como *The Avengers* e *The Hobbit*. O recorde de quota de mercado de discos *Blu-ray* é cerca de 44.23%.

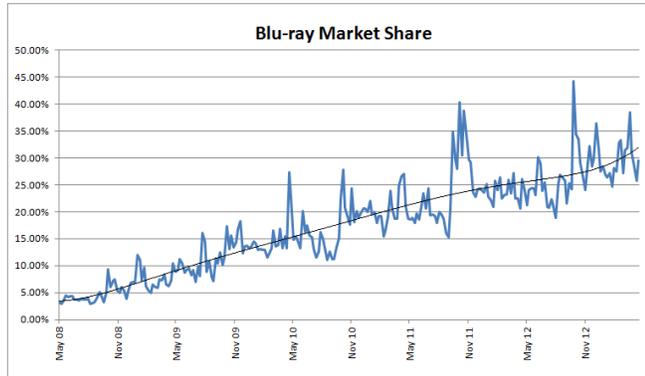


Figura 6 – Gráfico de quota de Mercado de discos *Blu-ray*

7. BLU-RAY 3D

O formato 3D usado no *Blu-Ray*, conhecido como MVC (“*Multiview Video Coding*”), consegue armazenar duas imagens 1080p consecutivas do mesmo fotograma. Uma delas é a imagem base e a outra a imagem diferencial, que produzirá a mudança de paralaxe.

O MVC é uma extensão do codec H.264 /AVC, sendo totalmente compatível com este último. Ele prevê a codificação de imagens vindas de múltiplas câmaras, e no caso específico do 3D, de duas câmaras combinadas. A imagem base e todas as outras imagens restantes são codificadas com a mesma resolução, o que confere a aplicações como o *Blu-Ray* a melhor qualidade de reprodução possível.

Para codificar duas imagens em sequência são necessários 2205 x 1920 pixéis. Dos primeiros, 1080 pixéis são usados para as imagens dos olhos esquerdo e direito, e 45 pixéis para separá-las. A estrutura final da imagem 3D está representada na figura 7.

O MVC permite a apresentação do material 3D em 2D, através da reprodução exclusiva da imagem base, que contém a imagem original em 2D. Durante a reprodução de um *Blu-Ray* 3D basta desligar a reprodução 3D nas opções da TV 3D, para se visualizar o filme em 2D.

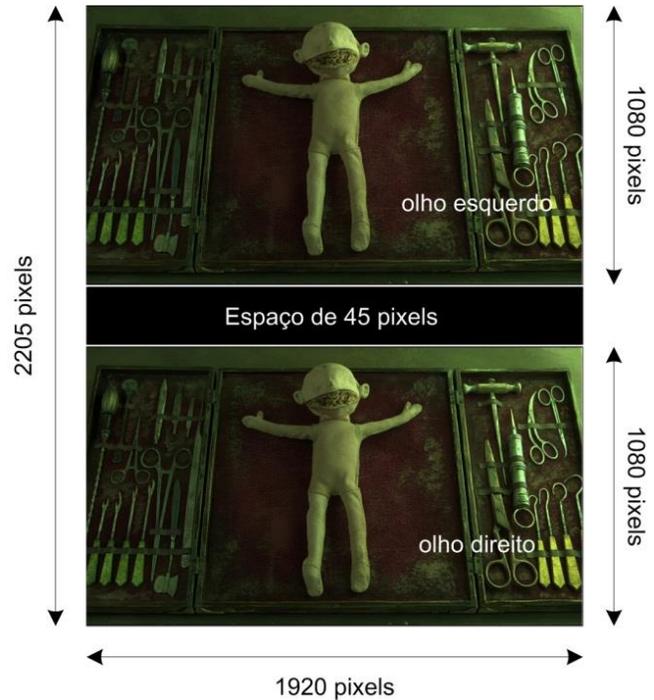


Figura 7 – Perspetiva de visualização em ambiente 3D

8. PERSPETIVA FUTURA

A 5 de setembro de 2014, a *Blu-ray Disc Association* divulgou que as especificações para o *Blu-ray* em 4K (2160p) estarão prontas para licenciamento no primeiro semestre de 2015, com previsão de lançamento dos aparelhos no mercado para dezembro do mesmo ano.

Mas o aumento para quatro vezes mais o número de pixéis (de 1920 x 1080 com HD para 3820 x 2160 para Ultra HD) não é a única melhoria pretendida. *Blu-ray* 4k irá também ser melhorado a nível de gama de cores e oferecer um maior detalhe em sombras e pormenores não tão visíveis, com visualização de 60 imagens por segundo e o aumento de bits por cada pixel de 8 para 10. Pretende-se também a alteração do codec de vídeo do H.264/AVC para H.265/HEVC (*High Efficiency Video Coding*). Este *codec* precisa de mais processamento mas por outro lado consegue maiores fatores de compressão, ou noutra ponta de vista, permite que sejam enviados mais pixéis na mesma quantidade de dados. Com o aumento da quantidade de dados é de esperar que o aumento da capacidade também esteja nos planos, embora ainda não seja conhecida exatamente, mas pensa-se que será de 100 GB.

A velocidade de extração de dados também irá ter-se em conta nos discos *Blu-ray* 4k, com 82 Mbps nos discos de 50 GB e 128Mbps para discos de 100Gb.

Com o aumento do consumo de *streaming* por parte dos utilizadores, apesar das dificuldades com a largura de banda e a qualidade de imagem, os fabricantes acreditam que o mundo vai continuar a utilizar discos óticos. Por exemplo, só

nos EUA, 72 milhões de famílias, cerca de 62%, teve um leitor *Blu-ray* de algum tipo em 2014.[14][15]

9. CONCLUSÕES

Como se percebe, o *Blu-ray* é o sucessor do *DVD*, face à concorrência do *HD-DVD*. Ainda assim, não se espera um sucesso tão grande como o *DVD*. O excesso de proteção, que provoca desconfiança nos utilizadores e aumenta consideravelmente o custo de produção, as conexões à internet cada vez mais rápidas, que implica que os utilizadores prefiram receber o conteúdo de alta definição através deste método, são razões para que o sucesso do *Blu-ray* face ao sucesso que o *DVD* alcançou não seja alcançado.

10. REFERÊNCIAS

- [1] Infowester, “O que é o Blu-ray?”, [Internet]. [Consultado em 28/11/2014] Disponível em: <http://www.infowester.com/blu-ray.php>
- [2] How Stuff Works, “How Blu-ray discs work”, [Internet]. [Consultado em 28/11/2014] Disponível em: <http://electronics.howstuffworks.com/blu-ray.htm>
- [3] Wikipédia, “Blu-ray Disc”, [Internet]. [Consultado em 28/11/2014] Disponível em: http://en.wikipedia.org/wiki/Blu-ray_Disc
- [4] Blu-ray.com, “The Terminator Blu-ray”, [Internet]. [Consultado em 07/12/2014] Disponível em: <http://www.blu-ray.com/movies/The-Terminator-Blu-ray/34798/>
- [5] SapoteK, “Sony estreia Blu-ray em Portugal com portáteis vão antes do Natal”, [Internet]. [Consultado em 06/12/2014] Disponível em: http://tek.sapo.pt/noticias/computadores/sony_estreia_blu_ray_em_portugal_com_portateis_870588.html
- [6] Wikipédia, “Lançamento da PlayStation 3”, [Internet]. [Consultado em 06/12/2014] Disponível em: http://pt.wikipedia.org/wiki/Lan%C3%A7amento_do_PlayStation_3
- [7] SapoteK, “Montra TeK – Leitores Blu-ray”, [Internet]. [Consultado em 06/12/2014] Disponível em: http://tek.sapo.pt/extras/montra/montra_tek_leitores_de_blu_ray_884598.html
- [8] Wikipédia, “The High definition optical disc format war”, [Internet]. [Consultado em 29/11/2014] Disponível em: http://en.wikipedia.org/wiki/High_definition_optical_disc_format_war
- [9] LG, “LG BH16NS40 Disc Rewriter”, [Internet]. [Consultado em 06/12/2014] Disponível em: <http://www.lg.com/us/data-storage/lg-BH16NS40>
- [10] Loomis, Jay; Mike Wasson. “VC-1 Technical Overview”, Microsoft. [Internet]. [Consultado em 1/12/2014] Disponível em: <http://www.microsoft.com/windows/windowsmedia/howto/articles/vc1techoverview.aspx>
- [11] Wikipédia, “Comparison of H.264 and VC-1”, [Internet]. [Consultado em 2/12/2014] Disponível em: http://en.wikipedia.org/wiki/Comparison_of_H.264_and_VC-1
- [12] Wikipédia, “Dolby Digital”, [Internet]. [Consultado em 2/12/2014] Disponível em:

- http://en.wikipedia.org/wiki/Dolby_Digital
- [13] Wikipédia, “DTS (sound system)”, [Internet]. [Consultado em 2/12/2014] Disponível em: http://en.wikipedia.org/wiki/DTS_%28sound_system%29
- [14] CNET, “4k Blu-ray discs arriving in 2015 to fight streaming media”, [Internet]. [Consultado em 2/12/2014] Disponível em: <http://www.cnet.com/news/4k-blu-ray-discs-arriving-in-2015-to-fight-streaming-media/>
- [15] Webinsider, “A verdade nua e crua sobre o Blu-ray 3D”, [Internet]. [Consultado em 2/12/2014] Disponível em: <http://webinsider.com.br/2012/10/20/a-verdade-nua-e-crua-sobre-o-blu-ray-3d/>
- [16] One-Blue, [Internet]. [Consultado 8/12/2014] Disponível em: <http://www.one-blue.com/>



Hugo Miguel Nisa Café nasceu em Lisboa, Portugal, no dia 4 de Novembro de 1991.

Atualmente frequenta o 2º ciclo do Mestrado Integrado em Engenharia Eletrotécnica e de Computadores no Instituto Superior Técnico de Lisboa, Portugal. Tem como área de especialização principal Telecomunicações e como secundária Sistemas, Decisão e Controlo.

No mês de Julho de 2013, realizou um estágio na Renova, em Torres Novas, na área da manutenção bem como em elaboração de projetos.



João Miguel Mendonça Jardim nasceu em São Jorge, Região Autónoma da Madeira a 2 de Maio de 1991.

Atualmente frequenta o 2º ciclo do Mestrado Integrado em Engenharia Eletrotécnica e de Computadores no Instituto Superior Técnico de Lisboa, Portugal. A sua área de especialização principal são as Telecomunicações e como área secundária Sistemas, Decisão e Controlo.